

PCT/SE 03/01670

Intyg  
Certificate



*Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.*

*This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.*

(71) **Sökande** Cargine Engineering AB, Helsingborg SE  
**Applicant (s)**

(21) **Patentansökningsnummer** 0203257-1  
**Patent application number**

(86) **Ingivningsdatum** 2002-11-04  
**Date of filing**

REC'D 26 NOV 2003
WIPO PCT

Stockholm, 2003-11-13

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

Lisa Junegren

Avgift  
Fee

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

## 10 FREKVENSMODULERAD VCR-MOTOR

## TEKNISKT OMRÅDE

15 Föreliggande uppförande avser en styrmetod för modulering av vridmomentet i en kolvmotor med innehållande varierbar volym på kompressionsrummet och styrbara ventiler för inlopp och i förekommande fall utlopp. Styrmetoden tillgodosar ett varierande behov av vridmoment på ett nytt sätt vilket minskar bränsleförbrukning och miljöbelastning i förhållande till kända metoder.

20 Uppfinningen är applicerbar på motorer med varierande belastning som Otto- och Dieselmotorer för drift av fordon, flygplan, båtar, fartyg, samt för drift av kompressorer, hydraulpumpar och elgeneratorer, m m..

25 Uppfinningen kan endast realiseras genom användning av ett styrsystem. Programvaran i styrsystemet bestämmer dess funktion. Programvaran som realiseras uppfinningen kan exempelvis appliceras som en del i ett större styrsystem som även kan ge aktuell motor helt andra egenskaper.

## UPPFINNINGENS BAKGRUND

30 Internförbränningsmotorer har under de senaste årtiondena utvecklats mot bättre driftkonomi och minskad miljöbelastning genom införande av digitala styrsystem för exempelvis bränsleinsprutning och tändning.

35 Ett problem vid drift av fordon är, trots nämnda förbättringar, att de varierande driftsituationerna innebär att motorens genomsnittliga verkningsgrad blir låg och miljöbelastningen stor. Ett annat problem är att avgasemissionernas sammansättning också varierar vilket försvårar avgasrenings.

40 40 Det är känt att en varierbar volym på kompressionsrummet, kallat Variable Compression Ratio (VCR), förbättrar verkningsgraden. Vidare att införande av fritt styrbara ventiler, kallat Variable Valve Actuators (VVA), medför att trottelreglering kan ersättas av mer eller mindre tidig stängning av inloppsventiler under insugstakten, s k Millercykel, samt möjlighet till cylinderavstängning under så kort tid som ett motorvarv, s k Frekvensmodulerat Vridmoment eller Skip Cycle, vilket förbättrar verkningsgraden i påtaglig omfattning. Vidare är känt att det med VVA är möjligt att växla mellan 2-taktscykler och 4-taktscykler.

45 45 Så vitt uppföraren känner till har emellertid aldrig tidigare, som i föreliggande uppförande, föreslagits att i en och samma motor kombinera ovan nämnda möjligheter med VCR och VVA. Förenklat kan sägas att vid maximal last används maximal kompressionsvolym. Vidare att vid minskande last minskas kompressionsvolymen samtidigt som inloppsventilernas stängning tidigare laggs tills verkningsgraden är optimal, d v s maximal med hänsyn till gällande bivillkor. Vid fortsatt minskad last används Frekvensmodulerat Vridmoment där aktuell last tillgodoses genom en viss av styrsystemet vald frekvens av arbetstakter vars förutsättningar bibehållits från lastnivån med optimal verkningsgrad. Vid behov av stort vridmoment vid lågi motorvarvtal används med fördel 2-taktscykler. Då VCR på ett uppförande sätt kombineras med de möjligheter som VVA ger uppstår synnergieffekter i form av påtagligt ökad bränslebesparing som är större än summan av den bränslebesparing som enskilt kan erhållas med tillämpning av VCR eller VVA.

## 10 SYFTET MED UPPFINNINGEN

Syftet med föreliggande uppfinning är att genom en ny styrmetod för modulering av vridmoment i en kolvförbränningsmotor, med varierbar volym på kompressionsrummet och med styrbara ventiler, lösa nämnda problem och ge nämnda fördelar.

## REDOGÖRELSE FÖR UPPFINNINGEN

Syftet med uppfinningen uppnås genom en styrmetod för modulering av vridmomentet i en kolvförbränningsmotor innehållande varierbar volym på kompressionsrummet och styrbara ventiler för inlopp och i förekommende fall utlopp, kännetecknad av att behov av vridmoment i för stunden aktuell driftsituation tillgodoses genom val av kompressionsrummets volym i kombination med val av tider för öppning och stängning av ventiler för inlopp och i kombination med val av den frekvens med vilken arbetstakter genomförs.

Övriga kännetecken framgår av följande beskrivning och av patentkraven.

Med varierbar volym på kompressionsrummet, VCR ovan, menas att volymen, mellan kolven och cylindertaket vid kolvens övre vändläge, kan varieras.

Styrbara ventiler, VVA ovan, definieras här som ventiler vars öppnings- och stängningstider samt ventillyft, eller area, styrs med hjälp av ventilaktuatorer som aktiveras genom signaler från ett ventilstyrsystem. Styrbara ventiler har pneumatiskt, hydrauliskt, elektromagnetiskt, eller på annat sätt, aktiverade ventilaktuatorer.

Arbetstakt definieras här som att energin i en efter förbränning expanderande gasmassa omvandlas till mekaniskt arbete. Arbetstakter kan ingå i cykler som är optimala eller normala som i dagens motorer.

Tom takt definieras här som att ingen gasväxling, lufttillförsel, eller förbränning har skett och att därför inget positivt nettoarbete utförs. Detta ger minimala friktions- och värmeförluster. Vid genomförande av en tom takt pumpas inte luft, eller luft och rester av bränsle, genom motorn. En tom takt förutsätter att åtminstone inloppsventilerna är styrbara så att de kan hållas stängda så att inte luft kan tillföras förrän de åter öppnas, men uppfinningen kommer allra bäst till sin rätt om även utloppsventilerna är styrbara.

Frekvensen av arbetstakter kan variera mellan 0 och 100 procent av motorns aktuella varvtal. En frekvens kan exempelvis väljas genom att en arbetstakt bestäms till att ske vart n:te motorvarv, i övrigt genomförs tomma takter, eller exempelvis genom att arbetstakter bestäms till att ske enligt en serie där en tom takt införs vart n:te motorvarv. Gas pådraget registreras av givare som får styrsystemet att välja den frekvens med vilken arbetstakterna genomförs.

En optimal arbetstakt definieras här som att det nettoarbete som utförs, med hänsyn till rådande ekonomiska och miljömässiga samt i övrigt praktiska omständigheter, är så stort som möjligt i förhållande till för arbetet förbrukad bränslemassa. Genom att tillgodoses i för stunden aktuellt behov av vridmoment med en frekvens av optimala arbetstakter uppnås bästa driftekonomi.

En optimal arbetstakt innebär vid 4-taktsförfarande att inloppsventiler bringas stänga tidigt, Millercykel, i förhållande till vad som är vanligt i dagens motorer och att

2002-11-04

Huvudfaxen Kassan

3

10 utloppsventiler kan bringas öppna sent, jämför med Atkinsoncykel, i förhållande till vad som är vanligt. Volymen på kompressionsrummet väljs för att nå bästa resultat under aktuella bivillkor vilket innebär att kompressionsrummets volym utgör mellan 20 % - 80 % av dess maximala volym och företrädesvis mellan 30 % - 50 % av dess maximala volym.

15 Via motorexperiment går det att prova ut vilka inställningar ingående parametrar och styrvärdet skall ha vid varje motorvarvtal. Alternativt kan styrsystemet göras adaptivt, d v s självlärande.

20 En optimal arbetstakt vid 2-taktsförfarande skiljer sig från en optimal arbetstakt vid 4-taktsförfarande genom att det cylindertryck som existerar när utloppsventilerna öppnar skall användas för att genomföra gasväxling. Snabbt öppnande utloppsventiler medför en puls av utströmmande avgaser vilket skapar ett undertryck, ett tryck under 1 atmosfär absolut, i cylindern. Utloppsventilerna stängs och inloppsventilerna öppnar i sådant tidsmässigt förhållande till utloppsventilernas stängning att undertrycket kan utnyttjas optimalt för att inför påföljande kompressionstakt och nästa arbetstakt rätt massa luft skall tillföras. Optimala arbetstakter kan även genomföras med användning av utloppsportar som friläggs i anslutning till kolvens nedre vändläge.

25 Vid 2-taktsförfarande kan spolpump användas för att helt, eller delvis och då i kombination med undertryck i cylindern, utnyttjas för gasväxlingen.

30 Vid vissa driftfall kan det vara nödvändigt att frångå optimala arbetstakter som exempelvis vid behov av maximal effekt eller vid tvingande krav.

35 En motor och dess styrsystem kan konstrueras för fler än en optimal arbetstakt, vid ett givet motorvarvtal, genom att möjliggöra användning av två eller fler typer av bränslen som på grund av sina egenskaper innebär att fler optimala arbetstakter existerar. Bränslen som bensin och etanol är exempel på en kombination. Vid varje motorvarvtal finns det en optimal arbetstakt för bensin och en annan optimal arbetstakt för etanol.

40 Uppfinningen innebär att systemen för tillförsel av luft och bränsle är inställda så att vid varje arbetstakt skall, vid ett visst motorvarvtal, lika stora massor av luft och bränsle samt lika blandning av luft och bränsle, som i övriga arbetstakter inom aktuellt motorvarvtal, antändas. Vidare att eventuell EGR är lika arbetstakterna emellan. Då förutsättningarna inför förbränning således är återkommande och hela tiden desamma, blir följdlen att varje arbetstakt vid ett givet motorvarvtal åstadkommer lika mycket arbete, och att avgasernas sammansättning av olika kemiska föreningar blir densamma, vilket förbättrar möjligheterna till avgasrenings.

45 I vanliga 4-takts kolvförbränningssmotorer sker, under motorns arbete, förbränning med arbetstakt vartannat varv och i 2-takts motorer varje varv. Dessa motorers system för gasväxling innebär att andra taktintervall är olämpliga då följdlen blir att luft och bränslerester, exempelvis obrända kolvaten, pumpas genom motorn, vilket kräver motorarbete och belastar miljön. För att kunna använda uppförningen, med de fördelar som kan uppnås, måste ventiler eller portar för gasväxling kunna stängas då en eller flera arbetstakter inte skall genomföras, utan istället en eller flera tomma takter skall genomföras, vilket är en ofta förekommande situation vid dellaster. Uppfinningen förutsätter således styrbara ventiler, åtminstone styrbara inloppsventiler.

50 Med styrbara ventiler, där tidpunkter för att öppna och stänga ventileerna, och i förekommande fall ventillyft, styrs via ett digitalt styrsystem, med givare för t ex

2002-11-04

Huvudfaxon Kassan

10 vevaxelläge och/eller kolvläge och motorvarvtal samt med tillhörande elektronik, eller  
framtida elektronikersättande teknik, och programvara, kan gasväxling och arbetsakt  
genomföras enbart vid behov. I övrigt hålls ventilerna, åtminstone inloppsventilerna,  
stängda. Detta innebär att för varje efterfrågat vridmoment, inom ramen för vad  
motorn kan prestera med optimala arbetsakter, kan den frekvens av optimala  
arbetsakter väljas som tillgodoser det aktuella behovet av vridmoment.

15 15 Styrmetoden innebär att ett digitalt styrsystem känner av ett visst och för  
stunden aktuellt behov av vridmoment. Om detta behov ligger inom det område som  
kan tillgodoses med genomförande av optimala arbetsakter, företrädesvis från och  
med tomgång till och med 50 % last, så väljs en viss frekvens av arbetsakter, den som  
avses tillgodose det aktuella behovet, av styrsystemet. Arbetsakterna ger vid ett visst  
20 motorvarvtal i huvudsak lika mycket arbete varje gång som de genomförs. Därför är  
det frekvensen av arbetsakter som avgör hur stort vridmomentet blir.

25 25 Med styrbara ventiler kan tillförsel av luft och bränsle och bortsörande av  
avgaser, gasväxling, ske omedelbart före och efter arbetsakterna. För att kunna välja  
en frekvens som innebär att en arbetsakt per varv skall utföras så måste således även  
gasväxling ske en gång per varv som i en 2-taktsmotor. Gasväxling kan också utföras  
som i dagens 4-taktsmotorer, d v s en insugstakt införs vilket medför att en arbetsakt  
30 30 som mest kan utföras vartannat varv. Uppfinningen innebär därför att behov av ett  
visst vridmoment kan tillgodoses genom val av en frekvens av 2-taktscykler eller  
4-taktscykler eller genom en frekvens där en eller fler 2-taktscykler blandas med en  
eller fler 4-taktscykler. Uppfinningen innebär att olika frekvens av arbetsakter kan  
väljas för respektive motorcyylinder. Om inloppsventilerna är styrbara, men inte  
utloppsventilerna, är det endast möjligt att genomföra 4-taktscykler.

35 35 Styrsystemet är anordnat att som svar på en vridmomentorder, ökning eller  
minskning av vridmoment, från en förare, exempelvis via gaspedal på konventionellt  
sätt eller på något annat sätt, styra förhållande mellan antal arbetsakter i förhållande  
till antal tomma takter hos motorn baserat på det vridmoment som önskas. Därvid är  
arbetsakterna optimerade, enligt ovanstående definition, genom att styrsystemet också  
är anordnat att välja volymen på kompressionsrummet, inom det område som är  
40 40 reglerbart, och den luftmassa som tillförs genom val av tidpunkt för öppning och  
stängning av inloppsventiler samt i förekommande fall ventillyft.

45 45 Styrning sker inte genom att enskilda cylindrar hos motorn bringas ur funktion,  
utan genom att förhållandet mellan antal arbetsakter och tomma takter varieras för  
varje cylinder och att variationen kan vara olika cylindrarna emellan. Styrsystemet  
åstadkommer detta genom öppning och stängning av inloppsventiler och  
utloppsventiler till respektive cylinders förbränningsrum, eller genom öppning och  
stängning av åtminstone inloppsventiler, om utloppsventilerna inte är styrbara.  
50 50 Öppning och stängning av åtminstone inloppsventiler, men i förekommande fall även  
utloppsventiler, sker alltså baserat på förarens vridmomentorder. Aktivering sker via  
styrsignaler från en styrenhet hos styrsystemet. Om utloppsventilerna inte är styrbara  
så ingår arbetsakterna alltid i 4-taktscykler. Men om både inlopps- och utloppsventiler  
är styrbara ventiler så kan styrsystemet inrättas att, vid givna betingelser, växla mellan  
4-taktscykler och 2-taktscykler för cylindrarna hos motorn. Exempelvis kan en  
cylinder arbeta i 2-takt och en annan i 4-takt. Styrsystemet kan inrättas att beräkna om,  
och under vilka betingelser, 2-taktscykel eller 4-taktscykel är mest ekonomisk och

2002-11-04

5

Huvudforsen Kassan

10 därför välja den aktuella att genomföras i en viss frekvens. Styrmetoden inkluderar alltså styrning av motorns arbetscykler till 2-taktscykler eller, om fler cylindrar och/eller, 4-taktscykler baserat på dessa givna betingelser. Styrsystemet innehåller en styrenhet som inkluderar datorprogram för ändamålet anordnat i en databärare. Styrenheten är operativt förbunden med en krets för exempelvis pneumatisk, hydraulisk, elektromagnetisk, eller annan typ, aktivering av aktuatorer som verkar på åtminstone inloppsventilerna, men i förekommande fall även utloppsventilerna.

15 Styrenheten kan exempelvis vara anordnad att med elektriska signaler styra magnetventiler som är anordnade i kretsen för aktivering av aktuatorer som verkar på motorns inloppsventiler eller motorns inloppsventiler och utloppsventiler. Styrenheten är operativt förbunden med organ för vridmomentorder, exempelvis en gaspedal via vilken en förare ger order om önskad ökning eller minskning av motorns vridmoment. Styrsystemet för frekvensmodulerat vridmoment kan utgöras av ett delsystem, exempelvis ett ekonomiläge, i ett större styrsystem som även kan ge aktuell motor helt andra egenskaper.

20 25 Ju lägre lastuttag desto större relativ bränslebesparing och övriga miljöfördelar erhålls vid tillämpning av uppföringen. En motor och dess styrsystem kan konstrueras för att täcka in motorns hela arbetsområde med olika frekvenser av optimala arbetstakter som enda styrmetod.

30 Utan att uppföringen frångås kan enbart luft, eller bränsle och luft, tillföras och finns inneslutet i cylindern under ett eller fler varv för att exempelvis förbättra blandning och/eller förgasning av bränsle. Uppföringen frångås inte genom att arbetstakter inte är optimala, eller genom att inte bästa frekvens väljs.

### 35 KORT FIGURBESKRIVNING

Fig 1 är en exemplifierande schematisk bild som visar en cylinder 1 med en kolv 2. Kolven 2 är under rörelse i en insugstakt i en 4-taktscykel och luft strömmar, eventuellt tillsammans med bränsle, genom en öppen inloppsventil 3. En utloppsventil 4 är stängd. En kolv 5 används för att variera storleken på kompressionsrummet 6 som utgörs av volymen mellan kolven 2 och cylinderns 1 tak vid kolvens 2 övre vändläge. En krets 7 används för aktivering av aktuatorer till ventilerna 3 och 4 samt kolven 5. En styrenhet 8 är operativt förbunden med kretsen 7 för signalstyrning av kretsen och de med kretsen förbundna ventilerna 3 och 4 samt kolven 5. Ett organ 9, t ex gaspedal, är operativt kopplad till styrenheten 8 för vridmomentordergivning. En givare 10, vid en på motoraxeln 11 monterad gradskiva 12, operativt förbunden med styrenheten 8, ger löpande uppgifter till styrenheten om motorvarv och vevaxelläget och/eller kolvens läge i cylindern 1. Styrenheten 8 avgör när de styrbara ventilerna 3 och 4 skall öppna eller stänga samt i vilken position kolven 5 skall befina sig då kolven 2 är i sitt övre vändläge. De styrbara ventilerna 3 och 4 är exempelvis elektromagnetiskt, hydrauliskt eller pneumatiskt aktiverbara. Kolven 5 är exempelvis mekaniskt, hydrauliskt eller pneumatiskt flyttbar. Kolvens 5 kan vara kopplad till motoraxeln, ej visat i figur, och i en varierbar fram och återgående rörelse vara samordnad med kolvens 2 rörelse för att åstadkomma optimal kompression. Kolven 5 kan även tankas att i ett automatiskt reglersystem kontinuerligt söka ett läge för att åstadkomma optimal kompression.

## 10 PATENTKRAV

1. Styrmetod för modulering av vridmomentet i en kolvförbränningsmotor innehållande varierbar volym på kompressionsrummet och styrbara ventiler för inlopp och i förekommande fall utlopp, **kännetecknad** av att behov av vridmoment i förstunden aktuell driftsituation tillgodoses genom val av kompressionsrummets volym i kombination med val av tider för öppning och stängning av ventiler för inlopp och i kombination med val av den frekvens med vilken arbetstakter genomförs.

15 2. Styrmetod enligt patentkrav 1 **kännetecknad** av att om utloppsventilerna är styrbara väljs kompressionsrummets volym i kombination med val av tider för öppning och stängning av ventiler för inlopp respektive utlopp och i kombination med val av den frekvens med vilken arbetstakter genomförs.

20 3. Styrmetod enligt patentkrav 1 **kännetecknad** av att olika frekvens av arbetstakter kan väljas för respektive cylinder.

25 4. Styrmetod enligt ovanstående patentkrav **kännetecknad** av att arbetstakterna ingår i cykler med tidig stängning av ventiler för inlopp.

30 5. Styrmetod enligt ovanstående patentkrav **kännetecknad** av att arbetstakterna ingår i cykler med sen öppning av ventiler för utlopp.

35 6. Styrmetod enligt ovanstående patentkrav **kännetecknad** av att volymen på kompressionsrummet utgör mellan 20 % - 80 % av dess maximala volym.

7. Styrmetod enligt patentkrav 1 - 5 **kännetecknad** av att kompressionsrummets volym utgör mellan 30 % - 50 % av dess maximala volym.

40 8. Styrmetod enligt ovanstående patentkrav **kännetecknad** av att vid varje arbetstakt skall, vid ett visst motorvarvtal oberoende av vridmoment, i huvudsak lika stora massor av luft och bränsle, och i huvudsak lika blandning av luft och bränsle, som i övriga arbetstakter, antändas.

45 9. Styrmetod enligt ovanstående patentkrav **kännetecknad** av att arbetstakterna ingår i 2-taktscykler eller 4-taktscykler.

50 10. Styrmetod enligt patentkrav 1 och 2 **kännetecknad** av att den innehåller styrsystem med datorprogram som, genom signalstyrning baserat på vridmomentorder från en förare, väljer frekvens, ventiltider, ventillyft, kompressionsrummets volym och om arbetstakterna skall ingå i 2-taktscykler eller 4-taktscykler.

## 10 SAMMANDRAG

Uppfinningen avser en styrmetod för kolvförbränningsmotorer med styrbara ventiler och varierbar volym på kompressionsrummet.

15 Uppfinningen förutsätter att ventiler för gasväxling kan stängas då en eller flera arbetsstakter inte skall genomföras. Med stängda ventiler minskar friktionsarbctet och värmeförlusterna. Vidare förutsätts att volymen på kompressionsrummet kan varieras, s k VCR.

20 Med styrbara ventiler där ventillyft och tidpunkter för att öppna och stänga ventilerna, s k VVA, styrs via ett digitalt styrsystem kan gasväxling och arbetsstakt genomföras enbart vid behov. Detta innebär att för varje efterfrågat vridmoment, inom ramen för vad motorn kan prestera med optimala arbetsstakter, kan den frckvcns av optimala arbetsstakter, s k Frekvensmodulerat Vridmoment, som tillgodosser det aktuella behovet av vridmoment, väljas.

25 Optimala arbetsstakter erhålls genom att styrsystemet valt kompressionsrummets volym påtagligt liten i jämförelse med dess maximala storlek, och vidare genom att inloppsventilerna valts att stänga tidigt, s k Millercykel.

30

35

40

45

50

55

2002-11-04

Hövudfoxen Kassat

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

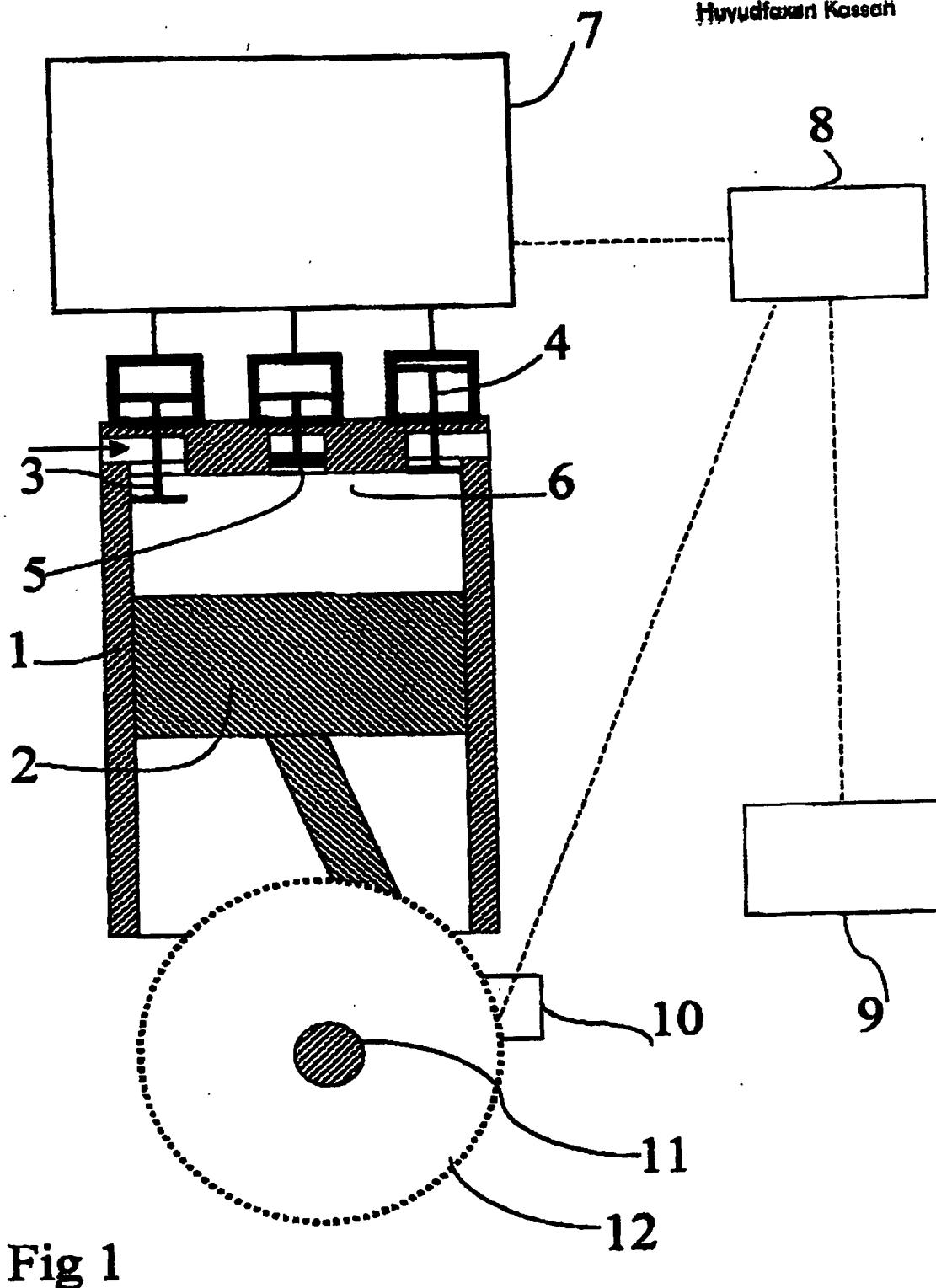


Fig 1

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:



BLACK BORDERS

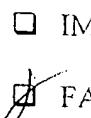


IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES



FADED TEXT OR DRAWING



BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING



SKEWED/SLANTED IMAGES



COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS



GRAY SCALE DOCUMENTS



LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT



REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY



OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**